

corr. WO 98/31641

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G03C 25/10

G02B 6/44

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98801914.0

[43]公开日 2000年2月9日

[11]公开号 CN 1244182A

[22]申请日 1998.1.19 [21]申请号 98801914.0

[30]优先权

[32]1997.1.20 [33]JP [31]7769/97

[86]国际申请 PCT/JP98/00155 1998.1.19

[87]国际公布 WO98/31641 日 1998.7.23

[85]进入国家阶段日期 1999.7.19

[71]申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

[72]发明人 铃木厚 赤坂伸宏 松田裕男

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 杨宏军

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 带有被覆层的光纤及其制造方法

[57]摘要

一种带有被覆层的光纤,它具有由石英类玻璃芯丝和金属包层构成的玻璃纤维,以及使涂布在上述玻璃纤维外周的第一被覆树脂层和第二被覆树脂层光固化而形成的第一被覆和第二被覆,其特征在于,固化前的上述第二被覆树脂层相对于波长范围 310~340nm 的光的吸光度 A_{λ} 的最大值 $A_{\lambda(\max)}$ 为 0.5 以下,且固化前的上述第一被覆树脂层对上述波长范围的光的吸光度 A_{λ} 大于上述吸光度 A_{λ} 。



1 带有被覆层的光纤

ISSN 1008-4274

专利文献出版社出版

权利要求书

1. 一种带有被覆层的光纤维，它具有由石英类玻璃芯丝和金属包层构成的玻璃纤维，以及使涂布在上述玻璃纤维外周的第一被覆树脂层和第二被覆树脂层光固化而形成的第一被覆和第二被覆，

其特征在于，固化前的上述第二被覆树脂层相对于波长范围 310~340 nm 的光的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(max)}$ 为 0.5 以下，且固化前的上述第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_s 大于上述吸光度 $A_{s'}$ 。

2. 权利要求 1 中所述的带有被覆层的光纤维，其中，上述吸光度 A_s 比上述吸光度 $A_{s'}$ 大 0.3 以上。

3. 权利要求 1 中所述的带有被覆层的光纤维，其中，固化后的上述第二被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 $A_{s'}$ 的最大值 $A_{s'(max)}$ 为 0.52 以下，且固化后的上述第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 $A_{s'}$ 大于上述吸光度 $A_{s'}$ 。

4. 权利要求 1 中所述的带有被覆层的光纤维，其中，固化后的上述第一被覆和上述第二被覆的厚度分别为约 10~约 50 μm ，固化后的上述第一被覆树脂和上述第二被覆树脂的杨氏模量分别为约 0.05~约 0.15 kg/mm^2 和约 50~约 150 kg/mm^2 。

5. 权利要求 1 中所述的带有被覆层的光纤维的制造方法，其特征在于，它包括以下几个工序：

准备第一被覆树脂和第二被覆树脂的第 1 工序，其中，使固化前的第二被覆树脂层相对于波长范围 310~340 nm 的光的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(max)}$ 为 0.5 以下，且固化前的第一被覆树脂层对上述波长范围的光的吸光度 A_s 大于上述吸光度 $A_{s'}$ ；

在由石英类玻璃芯丝和金属包层构成的玻璃纤维的外周同时涂布上述第一被覆树脂层和上述第二被覆树脂层的第二工序；和

使上述第一被覆树脂层和上述第二被覆树脂层光固化而得到带有被覆层的光纤维的第三工序。

6. 权利要求 5 中所述的方法, 其中, 上述吸光度 A_0 比上述吸光度 A_1 大 0.3 以上。

7. 权利要求 5 中所述的方法, 其中, 固化后的上述第二被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_2' 的最大值 $A_{2(\max)}'$ 为 0.52 以下, 且固化后的上述第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_1' 大于上述吸光度 A_2' 。

8. 权利要求 5 中所述的方法, 其中, 固化后的上述第一被覆和上述第二被覆的厚度分别为约 10 ~ 约 50 μm , 固化后的上述第一被覆树脂和上述第二被覆树脂的杨氏模量分别为约 0.05 ~ 约 0.15 kg/mm^2 和约 50 ~ 约 150 kg/mm^2 。

9. 权利要求 5 中所述的方法, 其中, 上述第三工序中, 使用金属卤化物灯来照射紫外线, 由此使上述第一被覆树脂层和上述第二被覆树脂层光固化。

说明书

带有被覆层的光纤维及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种用双层光固化性树脂层被覆的光纤维及其制造方法。

背景技术

作为远距离传输用的光纤维，从降低传输损失的观点来看，使用石英类玻璃纤维，为了保持传输特性和强度特性，使用这样一种带有被覆层的光纤维，它是在玻璃纤维的表面上设置由比较软质的树脂构成的第一被覆和由比较硬质的树脂构成的第二被覆而形成。

过去，一直使用这样一种带有被覆层的光纤维，它是在把光纤维母材拉丝成玻璃纤维的同时，涂布第一被覆树脂并使其固化，形成第一被覆，接着，在第一被覆的外周涂布第二被覆树脂并使其固化，形成第二被覆。然而，近年来，从提高生产率的观点来看，目前正在研究将第一被覆树脂和第二被覆树脂同时涂布到玻璃纤维的外周，接着使这些树脂固化的方法。但是，一旦采用这种整体被覆方法，则由于紫外线照射用光源的功率有限，存在着难以使第一被覆树脂层充分固化，反而使制造速度变慢的问题。

为了避免这种问题，例如，在上述那样的整体被覆方法中，曾提出相对减少第二被覆树脂中添加的光聚合引发剂（特开平 7-168069 号公报）、或者提出使第一被覆树脂与第二被覆树脂的固化波长区域错开来使 2 层树脂层固化的方法（特开平 1-276105 号公报）。

但是，上述的现有方法中的前一个方法中，一旦为了使第一被覆树脂固化而减少第二被覆树脂中添加的光聚合引发剂，则第二被覆的固化速度降低，其结果，存在着生产性降低的问题。在后一个方法中，难以获得明确区分 2 个固化波长区域的树脂，遗留有使 2 层树脂层高效地固化的问题。

本发明的目的在于，提供这样一种带有被覆层的光纤维及其制造方法，该带有被覆层的光纤维既不需要相对减少第二被覆树脂中添加的光聚合引发剂，也不需要错开第一被覆树脂与第二被覆树脂的固化波长区域，可以使第二被覆树脂层与第一被覆树脂层同时且高效率地光固化，达到高水准的固化度。

发明的公开

本发明的带有被覆层的光纤维是这样一种纤维，它具有由石英类玻璃芯丝和金属包层构成的玻璃纤维，以及使涂布在上述玻璃纤维外周的第一被覆树脂层（内层被覆树脂）和第二被覆树脂层（外层被覆树脂）光固化而形成的第一被覆（内层被覆）和第二被覆（外层被覆），其特征在于，固化前的上述第二被覆树脂层相对于波长范围 310~340 nm 的光的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(max)}$ 为 0.5 以下，且固化前的上述第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_i 大于上述吸光度 $A_{s..}$ 。

本发明者们发现，对于在玻璃纤维的外周设置第一被覆和第二被覆的光纤维而言，为了使第二被覆树脂层和第一被覆树脂层同时且高效率地固化、达到高水准的固化度，必须满足上述关系。

即，过去，在使上述的 2 层树脂层固化的阶段中，一旦提高制造速度，则可以使第二被覆树脂固化，而第一被覆树脂中容易出现未固化的状态。本发明者们认为，这是由于在紫外线入射到光固化性树脂中的场合下，供给使靠近表面的树脂固化的充足的能量，但进入到树脂中的紫外线衰减，不能提供使内部的光固化性树脂固化的充足的能量。一旦第一被覆部分发生未固化状态，则玻璃纤维与第一被覆之间的界面变得不稳定，因此传输特性改变，或者容易引起树脂的化学特性发生变化，成为作为传输介质的可靠性降低的原因。

本发明中，第一要件是将这样一种光固化性树脂层用作第二被覆树脂层，其相对于波长范围 310~340 nm 的光的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(max)}$ 为 0.5 以下。由于第二被覆树脂层的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(max)}$ 在 0.5 以下那样小，用于固化所照射的紫外线在第二被覆树脂内没有因吸收而受到衰减，还供给足以使第一被覆树脂固化的能量。

本发明中，第二要件是，将第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_1 设定为大于第二被覆树脂层的吸光度 A_2 ，优选地，其差值大于 0.3 以上。由于第一被覆树脂层的吸光度 A_1 比第二被覆树脂层的吸光度 A_2 高，即使第二被覆树脂使紫外线衰减，入射到第一被覆树脂中的紫外线被有效地利用，因此，充分地促进第一被覆树脂的固化。

本发明的带有被覆层的光纤维的制造方法，其特征在于，它包括以下几个工序：

准备第一被覆树脂和第二被覆树脂的第 1 工序，其中，使固化前的第二被覆树脂层相对于波长范围 310 ~ 340 nm 的光的吸光度 A_2 的最大值 $A_{2(max)}$ 为 0.5 以下，且固化前的第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_1 大于上述吸光度 A_2 ；

在由石英类玻璃芯丝和金属包层构成的玻璃纤维的外周同时涂布上述第一被覆树脂层和上述第二被覆树脂层的第二工序；和

使上述第一被覆树脂层和上述第二被覆树脂层光固化而得到带有被覆层的光纤维的第三工序。

本发明的制造方法是首先在玻璃纤维的外周整体地涂布 2 层光固化性树脂层，接着进行一次光照射使这些树脂层固化。采用这种方法，可以提高生产性，而且可以减少设备所需的空間，因此可以降低制造成本。

再有，由于第二被覆树脂层使用相对于波长范围 310 ~ 340 nm 的光的吸光度 A_2 的最大值 $A_{2(max)}$ 在 0.5 以下的树脂层，因此，紫外线有效地入射到第一被覆树脂中，对于第一被覆树脂而言，可以确保足够的固化度。

另外，使第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_1 大于第二被覆树脂层的吸光度 A_2 ，优选二者之差大于 0.3 以上，因此，入射到第一被覆树脂中的紫外线得到有效的利用，不会降低制造速度而有效地使第一被覆树脂固化。

应予说明，“吸光度 (absorbance)” 是表示树脂层吸收光的程

度的数值之一，也称为光学密度（optical density），用下述公式表示：

$$A = \log_{10}(I_0/I)$$

[式中， I_0 为入射强度， I 为透过光强度]

这种“吸光度 A ”可以这样测定：预先制作实际树脂层厚度（例如第一被覆树脂层：37.5 μm ，第二被覆树脂层：20 μm ）的薄层树脂试样，用波长范围 310 ~ 340 nm 的光照射该试样，用自动记录分光光度计直接测定，也可以采用以下方法求出。即，预先制作标准厚度（例如 100 μm ）的薄层树脂标准试样，测定该标准试样的该树脂的吸光系数（extinction coefficient）（单位厚度树脂层的吸光度），由该吸光系数和实际树脂层厚度计算出吸光度 A 。

另外，与本发明有关的第一被覆树脂层的吸光度 A_p 和第二被覆树脂层的吸光度 A_s ，是波长范围 310 ~ 340 nm 的各波长下的吸光度，将 A_s 的最大值记为 $A_{s(\max)}$ 。

例如，对于具备分别具有图 1 所示吸光度的第一被覆树脂层和第二被覆树脂层的本发明带有被覆层的光纤维而言，吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(\max)}$ 为 0.3，吸光度 A_p 与吸光度 A_s 之差的最小值 $(A_p - A_s)_{(\min)}$ 为 0.25。另外，对于具备分别具有图 2 所示吸光度的第一被覆树脂层和第二被覆树脂层的本发明带有被覆层的光纤维而言，吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(\max)}$ 为 0.3，吸光度 A_p 与吸光度 A_s 之差的最小值 $(A_p - A_s)_{(\min)}$ 为 0.35。

对附图的简单说明

图 1 为示出本发明带有被覆层的光纤维的一个实施方案中各被覆树脂层相对于波长的吸光度的测定值曲线。

图 2 为示出本发明带有被覆层的光纤维的其他实施方案中各被覆树脂层相对于波长的吸光度的测定值曲线。

图 3 为示出本发明带有被覆层的光纤维的一个实施方案的截面图。

图 4 为示出本发明带有被覆层的光纤维制造装置的一个实施方案的概略图。

图 5A 为示出适于制造本发明带有被覆层的光纤维的整体双层被覆装置的一个实施方案的简略截面图。

图 5B 为用图 5A 所示装置将 2 层树脂层同时被覆而成的未固化带有被覆层的光纤维的 Y-Y 截面图。

图 6 为示出金属卤化物灯的发光光谱特性的一例曲线图。

实施发明的最佳方案

以下，参照附图详细地说明本发明的带有被覆层的光纤维及其制造方法的实用的实施方案。

图 3 为示出本发明的带有被覆层的光纤维的一个实施方案的截面图，带有被覆层的光纤维 1 具有拉成丝的石英玻璃纤维 2 和在石英玻璃纤维 2 外周同时涂布的比较软质的第一被覆树脂层（内层被覆树脂）和比较硬质的第二被覆树脂层（外层被覆树脂）光固化而形成的第一被覆（内层被覆）3 和第二被覆（外层被覆）4。

本发明中使用的树脂可以是光（紫外线）固化性树脂，可以举出自由基聚合型的丙烯酸类树脂、光加成聚合型的多硫醇·多烯类树脂、利用光照产生路易斯酸的光敏剂的阳离子聚合型树脂，其中，在聚合速度快的方面，优选自由基聚合型树脂。作为这种树脂，可以举出尿烷丙烯酸酯类、酯丙烯酸酯类、醚丙烯酸酯类、环氧丙烯酸酯类、丁二烯丙烯酸酯类、氨基树脂丙烯酸酯类、丙烯酸树脂丙烯酸酯类、不饱和聚酯类、硅酮类的紫外线固化性树脂，从改变构成化学种类的结构来获得比较硬的树脂直至比较软的树脂的宽范围性质的树脂的观点考虑，而且从强韧的观点考虑，优选尿烷丙烯酸酯类树脂。应予说明，第一被覆树脂和第二被覆树脂可以是不同种类的光固化性树脂，从能够更确实地防止它们之间发生界面剥离的观点考虑，优选相同种类的光固化性树脂。

这种光固化性树脂，一般地，含有作为基本构成成分的含不饱和基团（例如丙烯酰基）的低聚物（聚合性预聚物）、作为反应性稀释剂的单体（聚合性稀释剂）、吸收光能产生自由基等活性种子的光聚

合引发剂，还可以含有光敏剂、填充剂、颜料等。

作为上述的低聚物，可以举出氨基甲酸酯丙烯酸酯（例如 TDI/ β HPA/聚酯或聚醚）、酯丙烯酸酯（例如苯二甲酸/1,6-己二醇/丙烯酸）、醚丙烯酸酯、环氧丙烯酸酯、丁二烯丙烯酸酯、氨基树脂丙烯酸酯（例如密胺丙烯酸酯）、丙烯酸树脂丙烯酸酯（例如 MMA/BA/GMA + AA）、不饱和聚酯、硅酮。这种低聚物的原料范围广，可以根据所用原料，从软质到硬质自由地设计固化物的物性。例如，将具有羟基末端的酯类低聚物（聚酯多元醇）或醚类低聚物（聚醚多元醇）和具有羟基的丙烯酸酯用二异氰酸酯结合而成的氨基甲酸酯丙烯酸酯中，可以根据被选择低聚物的构成化学种类（酯类低聚物或醚类低聚物等）之组合，宽范围地获得具有各种物性的材料。

作为上述的单体，可以举出丙烯酸 2-乙基己酯、丙烯酸环氧二乙二醇酯、丙烯酸苯氧乙酯、丙烯酸 2-羟基丙酯、丙烯酸四氢糠酯、二环戊二烯丙烯酸酯等单官能性单体；二丙烯酸新戊二醇酯、二丙烯酸 1,6-己二醇酯、羟基新戊酸新戊二醇二丙烯酸酯、聚二丙烯酸乙二醇酯、二（丙烯酸酰氧乙基）双酚 A 等双官能性单体；三甲氧基丙烷三丙烯酸酯、季戊四醇三丙烯酸酯、二季戊四醇六丙烯酸酯等多官能性单体。

进一步地，作为上述的光聚合引发剂，可以举出 Lucirin TP0（商品名，BASF 公司）、Irgacure 184（商品名，Ciba Geigy 公司）、Irgacure 651（商品名，Ciba Geigy 公司）、Darocure 1173（商品名，Ciba Geigy 公司）等。

本发明中使用的这种光固化性树脂 100 重量%（低聚物、单体、光聚合引发剂及其他添加剂的合计量为 100 重量%）中，上述低聚物的含量优选为 20~90 重量%，更优选为 20~80 重量%；上述单体的含量优选为 5~60 重量%，更优选为 10~45 重量%；上述光聚合引发剂的含量优选为 0.2~10 重量%，更优选为 0.5~5 重量%。

而且，对于本发明的带有被覆层的光纤维 1 而言，必须使固化前的第二被覆树脂层相对于波长范围 310~340 nm 的光的吸光度 A_s 的最

大值 $A_{s(\max)}$ 为 0.5 以下。这是由于第二被覆树脂层的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(\max)}$ 大于 0.5 时，则为了固化而被照射的紫外线在第二被覆树脂内过分衰减，入射到第一被覆树脂中的紫外线减弱，难以使第一被覆树脂充分地固化。

进一步地，对于本发明的带有被覆层的光纤维 1 而言，必须使固化前的第一被覆树脂层相对于上述波长范围的光的吸光度 A_s 大于上述吸光度 $A_{s'}$ 。使吸光度 A_s 大于吸光度 $A_{s'}$ ，即使第二被覆树脂使紫外线衰减，也可以有效地利用入射到第一被覆树脂中的紫外线，因此，可以充分地促进第一被覆树脂的固化。进一步优选吸光度 A_s 与吸光度 $A_{s'}$ 之差大于 0.3 以上。通过增大二者之差，由此使第一被覆树脂具有更确实地被固化的倾向。

固化前的第一被覆树脂和第二被覆树脂对上述波长范围的光的吸光系数分别根据选择的低聚物所构成的化学种类的组合（低聚物的骨架）和所使用的光聚合引发剂来决定的，它们的吸光系数与设计被覆厚度之乘积分别决定上述的吸光度 A_s 和吸光度 $A_{s'}$ 。

进一步地，由于这些树脂在固化过程中吸光系数有时会增大 2~4 % 左右，因此希望假设吸光系数提高地把吸光度降低 2~4 % 左右地选择材料。即，优选固化后的第二被覆树脂层对上述波长范围的光的吸光度 $A_{s'}$ 的最大值 $A_{s'(\max)}$ 为 0.52 以下，且固化后的第一被覆树脂层对上述波长范围的光的吸光度 A_s' 大于上述吸光度 $A_{s'}$ 。

本发明的带有被覆层的光纤维 1 中，第一被覆 3 和第二被覆 4 的厚度（固化后）没有特别的限制，优选分别为约 10~约 50 μm 。因此，在使用例如直径约 125 μm 玻璃纤维 2 的场合下，一般使第二被覆 4 的外径为 240~250 μm 左右。应予说明，由于上述的树脂层厚度在固化过程中有时会缩小 5~50 % 左右，这种场合下，希望假设厚度的缩小来设定固化前的树脂层厚度。进一步地，从获得的带有被覆层的光纤维的耐侧压特性的观点来看，第一被覆 3 和第二被覆 4 的杨氏模量（固化后），优选分别为约 0.05~约 0.15 kg/mm^2 和约 50~约 150 kg/mm^2 。

以下说明本发明的带有被覆层的光纤维的制造方法的一个实用的实施方案。

图4为制造本发明带有被覆层的光纤维的装置的一个实施方案的简略图。图4所示的装置中，配置这样一种拉丝装置7，其中，具有保持光纤维用玻璃母材8并使其可上下移动的母材送料装置5以及将送料装置5导入的母材8的尖端部加热并使其熔融、经拉丝而获得玻璃纤维2的拉丝炉6，在拉丝装置7的下方，依次配置将第一被覆树脂层3'和第二被覆树脂层4'同时涂布到玻璃纤维2外周的整体双层被覆装置（双层同时涂布装置）9、向涂布好的双层树脂层照射紫外线而形成带有被覆层的光纤维1的紫外线固化装置10、以一定的速度牵引带有被覆层的光纤维1的牵引辊11和把被牵引的带有被覆层的光纤维1卷绕到转鼓12a上的卷绕装置12。

该制造装置中，母材8经拉丝炉6拉丝而成的玻璃纤维2，用整体双层被覆装置9同时涂布形成第一被覆3和第二被覆4的树脂层3'和4'，这些树脂层3'和4'受紫外线固化装置10照射紫外线，形成双层带有被覆层的光纤维1。其间，母材8被送料装置5缓缓送入拉丝炉6中。

图5A为示出整体双层被覆装置9的一个实施方案的纵向截面图。图5A所示的装置中，在圆筒状机身9a的中心部位设置使玻璃纤维2穿过的通孔9b，相互独立地设置通路9c和9d，用于从机身9a的外部分别向玻璃纤维2的外周导入被加压的第一被覆树脂3'和第二被覆树脂4'，在这些通路的周围配置加热器13和14，用于分别调节第一被覆树脂3'和第二被覆树脂4'的温度。

因此，在制造本发明的带有被覆层的光纤维1时，准备这样的第一被覆树脂3'和第二被覆树脂4'，以使固化前的第二被覆树脂层4'相对于波长范围310~340 nm的光的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(max)}$ 为0.5以下，且固化前的第一被覆树脂层3'相对于上述波长范围的光的吸光度 A_s 大于上述吸光度 A_s ，在该整体双层被覆装置9中，分别用加热器13和14进行温度调节，整体地涂布到玻璃纤维2的外周。由于第一被覆

树脂 3' 和第二被覆树脂 4' 分别以所规定的压力从被覆装置 9 中挤出，而且玻璃纤维 2 以一定的速度牵引，因此被覆树脂的厚度由挤出的树脂量和玻璃纤维的线速度决定。

如图 5B 所示，玻璃纤维 2 外周上被覆的第一被覆树脂层 3' 和第二被覆树脂层 4'，在紫外线固化装置 10 的中心部位移动，在此期间照射紫外线，进行第二被覆树脂层 4' 和第一被覆树脂层 3' 的固化。将这样形成的带有被覆层的光纤维 1 牵引到牵引辊 11 上，卷绕到卷绕装置 12 的转鼓 12a 上。

应予说明，作为本发明中所使用的照射用光源，优选使用如图 6 所示的可以在 310 ~ 340 nm 区域中产生具有高强度光谱的紫外线的金属卤化物灯。

实施例 1 ~ 12 和比较例 1 ~ 6

作为第二被覆树脂，准备这样一种硬质氨基甲酸酯丙烯酸酯类光固化性树脂，该树脂在为设计树脂厚度（相当于 20 μm ）的场合下，对波长范围 310 ~ 340 nm 的光的吸光度 A_s 的最大值 $A_{s(\max)}$ 为表 1 和表 2 所示的数值，作为第一被覆树脂，准备这样一种软质氨基甲酸酯丙烯酸酯类光固化性树脂，该树脂在为设计树脂厚度（相当于 37.5 μm ）的场合下，吸光度 A_p 与上述吸光度 A_s 之差的最小值 $(A_p - A_s)_{(\min)}$ 为表 1 和表 2 所示的数值。应予说明，上述的吸光度 A_p 和吸光度 A_s 分别按上述的方法预先求出。

另外，作为光聚合引发剂，使用 Lucirin TPO（商品名，BASF 公司）或 Irgacure 184（商品名，Ciba Geigy 公司），分别向第一被覆树脂和第二被覆树脂中添加 1 重量%。

使用图 4 所示的装置，在外径 125 μm 的石英玻璃纤维的外周涂布外径 200 μm （固化后）的第一被覆树脂，并在其外周同时涂布外径 240 μm （固化后）的第二被覆树脂，向这些树脂照射紫外线，使其同时固化，获得带有被覆层的光纤维。

（制造条件）

拉丝速度：示于表 1 和表 2

光源：金属卤化物灯（120 W/cm 型，具有图 6 所示的波长特性）

对这样获得的各带有被覆层的光纤维，测定固化后的第二被覆树脂和第一被覆树脂的凝胶比率。此处所说的凝胶比率是表示树脂固化程度的指标，当被覆的初期重量为 W_0 、未凝胶成分用溶剂萃取之后的被覆重量为 W 时，表示为：

$$\text{凝胶分率} = (W/W_0) \times 100 (\%)$$

作为带有被覆层的光纤维的被覆层使用的树脂，优选凝胶比率高的树脂，希望在 90% 以上。

获得的结果示于表 1 和表 2。应予说明，固化后的第一被覆树脂的凝胶分率为 92% 以上的场合下，其固化度表示为 O，90% - 92% 的场合下，其固化度表示为 ○，不足 90% 的场合下，其固化度表示为 ×。

表 1

实施例·比较例	光固化 引发剂	制造线速 (m/分)	吸光度 (310~340nm)		凝胶比率 (%)		固化度
			As(max)	(Ap-As) (min)	第二被覆树脂	第一被覆树脂	
实施例 1	Lucirin TPO	400	0.3	0.1	95.3	90.2	○
实施例 2	Lucirin TPO	400	0.3	0.2	95.2	91.0	○
实施例 3	Lucirin TPO	400	0.3	0.5	95.2	93.4	○
实施例 4	Lucirin TPO	400	0.5	0.1	95.3	90.1	○
实施例 5	Lucirin TPO	400	0.5	0.2	95.1	90.5	○
实施例 6	Lucirin TPO	400	0.5	0.3	95.2	92.3	○
比较例 1	Lucirin TPO	400	0.8	-0.3	95.4	79.1	×
比较例 2	Lucirin TPO	400	0.8	0.1	95.2	81.5	×
比较例 3	Lucirin TPO	400	0.8	0.2	95.1	82.1	×

表 2

实施例·比较例	光固化 引发剂	制造线速 (m/分)	吸光度(310~340nm)		凝胶比率(%)		固化度
			As(max)	(Ap-As)(min)	第二被覆树脂	第一被覆树脂	
实施例 7	Irgacure 184	300	0.3	0.1	95.3	90.1	○
实施例 8	Irgacure 184	300	0.3	0.2	95.2	90.6	○
实施例 9	Irgacure 184	300	0.3	0.4	95.2	92.9	○
实施例 10	Irgacure 184	300	0.5	0.1	95.3	90.2	○
实施例 11	Irgacure 184	300	0.5	0.2	95.1	90.7	○
实施例 12	Irgacure 184	300	0.5	0.3	95.2	92.5	○
比较例 4	Irgacure 184	300	0.8	-0.6	95.3	78.7	×
比较例 5	Irgacure 184	300	0.8	0.1	95.2	80.6	×
比较例 6	Irgacure 184	300	0.8	0.1	95.4	82.9	×

从表 1 和表 2 所示的测定结果来看，以下内容已明确。即，如比较例 1~6 的结果所示，一旦第二被覆树脂层的吸光度 A_2 的最大值 $A_{2(max)}$ 超过 0.5，则第一被覆树脂的凝胶比率低，固化度不足。认为这是由于紫外线在透过第二被覆树脂的期间衰减所致。与此相反，如实施例 1~12 的结果所示，一旦第二被覆树脂层的吸光度 A_2 的最大值 $A_{2(max)}$ 为 0.5 以下，则不仅使第二被覆树脂、而且也使第一被覆树脂充分固化。

另外，从实施例 1~3、4~6、7~9、10~12 的结果看出，第二被覆树脂层的吸光度 A_2 的最大值 $A_{2(max)}$ 为 0.5 以下时，第一被覆树脂层的吸光度 A_1 大于第二被覆树脂层的吸光度 A_2 的场合，可以充分地增大第一被覆树脂的固化度，特别地，两者之差在 0.3 以上的场合下，不仅使第二被覆树脂固化，而且也使第一被覆树脂略微完全地固化。

产业上的利用可能性

如以上说明，采用本发明的带有被覆层的光纤维，可以相对减少第二被覆树脂中添加的光聚合引发剂，或者不错开第一被覆树脂和第二被覆树脂的固化波长区域，使第二被覆树脂层和第一被覆树脂层同时且以高效率地光固化，达到高水准的固化度。因此，本发明的带有被覆层的光纤维的生产率高，可靠性也高。

另外，采用本发明的方法，可以以高效率且确实地制造上述本发明的带有被覆层的光纤维。

说明书附图

图 1

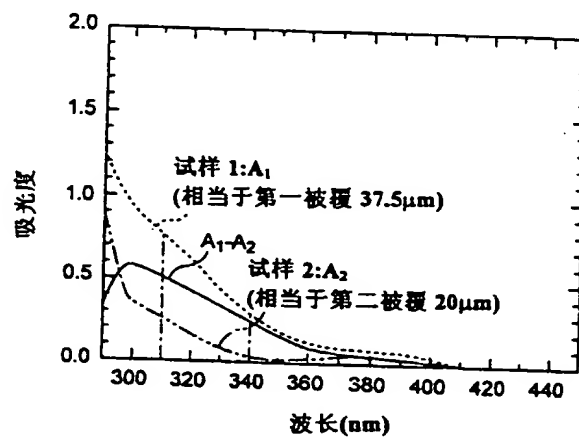


图 2

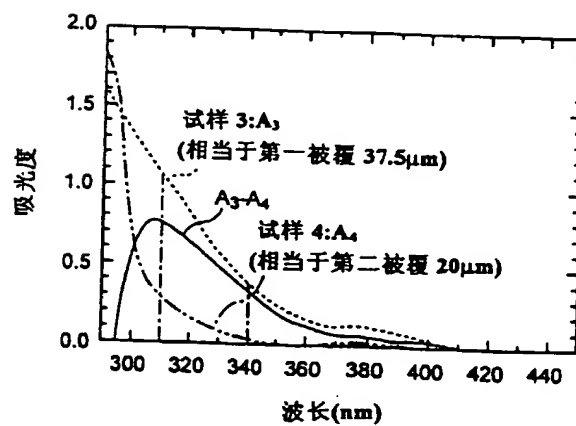


图 3

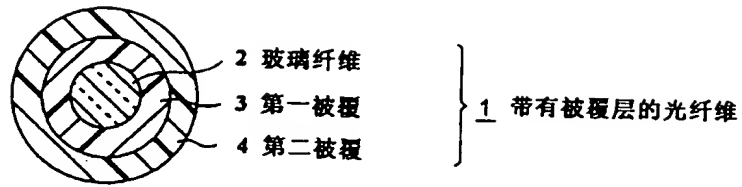


图 4

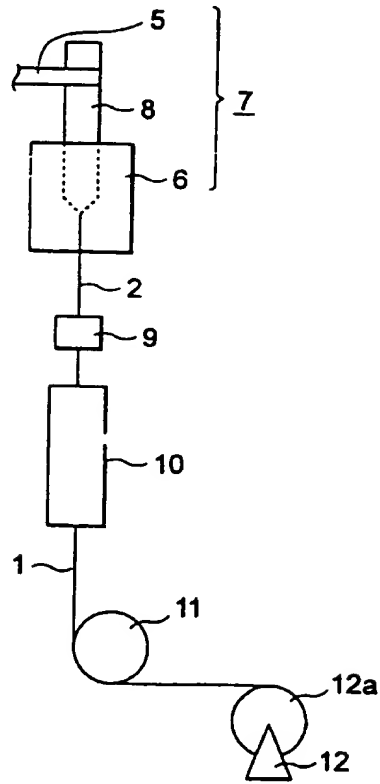


图 5A

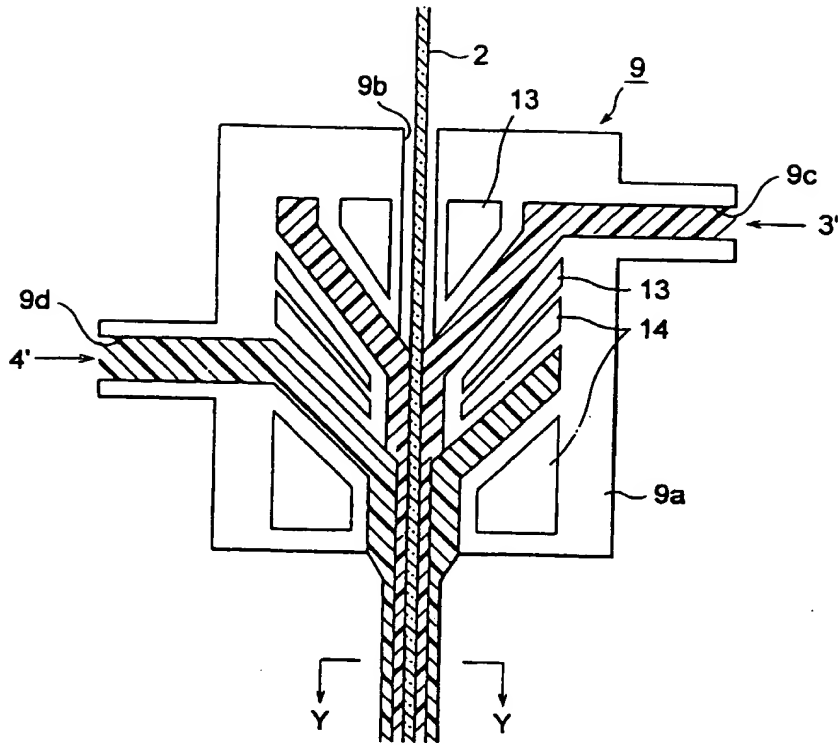


图 5B

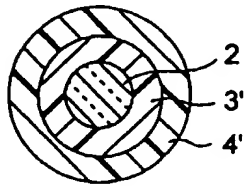


图 6

